

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-118468

(43)Date of publication of application : 28.04.1994

(51)Int.Cl.

G03B 5/00
G03B 17/00
H04N 5/232

(21)Application number : 04-266344

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 05.10.1992

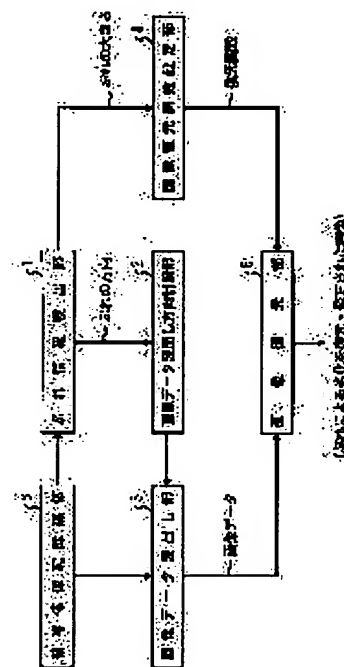
(72)Inventor : MATSUZAWA YOSHIKI

(54) IMAGE RECOVERING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate non-coincidence in relation between the spreading function of blurring and obtained image data and to easily correct the uncertainty of the image data at the end of the image data.

CONSTITUTION: This image recovering device is constituted of a blurring information detecting means 1 detecting the blurring of an object image from an object image recording medium 6, an image data readout direction control means 2 controlling a picture element arranging direction in a blurring direction by reading out the image data on the object image recording medium by means of an image data readout means 3 being a photoelectric conversion element based on the blurring direction, an image recovery function setting means 4 setting the correction function of the deterioration of the image based on the spreading function of the image according to blurring magnitude information, and an image recovery means 5 performing arithmetic operation to correct and recover the image data deteriorated by the blurring based on the object image data and the recovery function.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-118468

(43)公開日 平成6年(1994)4月28日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 B 5/00	Z	7513-2K		
17/00	Z			
H 0 4 N 5/232	Z			

審査請求 未請求 請求項の数3(全 14 頁)

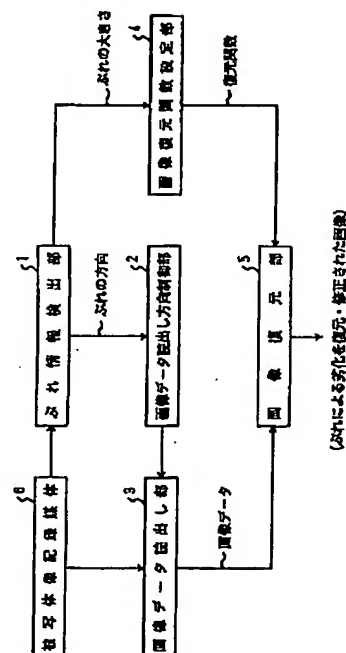
(21)出願番号	特願平4-266344	(71)出願人	000000376 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22)出願日	平成4年(1992)10月5日	(72)発明者	松澤 良紀 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ンパス光学工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 画像修復装置

(57)【要約】

【目的】本発明は、ぶれの広がり関数と得られる画像データの関係の不一致をなくし、容易に画像データ端部でのデータの不確定性を補正するぶれ画像修復装置を提供することを目的とする。

【構成】本発明は、被写体記録媒体6から被写体画像のぶれを検出するぶれ情報検出手段1と、前記ぶれの方
向に基づき、被写体像記録媒体上の画像データを光電変換素子の画像データ読み出し手段3で読み出し、画素配列方向をぶれ方向に制御する画像データ読み出し方向制御手段2と、ぶれの大きさ情報で画像の広がり関数を基に画像劣化の修正関数を設定する画像復元設定手段4と、前記被写体画像データと前記復元関数とから、ぶれにより劣化している画像データを修正復元すべき演算を行う画像復元手段5とから構成される画像修復装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体像記録媒体に記録されている被写体画像のぶれに関するぶれ情報を検出するぶれ情報検出手段と、

前記被写体像を読み出すための、光電変換素子からなる画像データ読出し手段と、

前記ぶれ情報検出手段により検出されるぶれの方向の情報に基づいて前記画像データの読み出し手段の画素配列方向のぶれの方向に制御する読み出し方向制御手段と、

前記ぶれ情報検出手段により検出されるぶれの大きさの情報により読み出された画像のぶれによる画像の広がり関数を基に画像の劣化を修正するための復元関数を設定する画像復元関数設定手段と、

前記画像データ読み出し手段により得られる被写体の画像データと前記画像復元関数設定手段より得られる復元関数とから、劣化している画像データを修正復元するための演算を行なう画像復元手段と、を具備することを特徴とする画像修復装置。

【請求項2】 ぶれによる画像の広がり関数の逆行列からなる復元関数を設定する画像復元関数設定手段を具備する請求項1記載の画像修復装置。

【請求項3】 画面の端部に於いて画像データを外挿するように表された行列からなるぶれによる画像の広がり関数の復元関数を設定する画像復元関数設定手段を具備する請求項1記載の画像修復装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ぶれによる画像の劣化を含むスチル写真或いはフィルム上の被写体像から、その劣化分を修復し再生する画像処理を行なうぶれ画像修復装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、被写体像を光電変換し、コンピュータ等の演算装置を用いて画像処理を行なう装置がある。この画像処理装置を用いて、撮影時の手ぶれ等により生じた画像の劣化を修復する技術・装置に関して提案されている。このような画像修復処理では、画像の劣化につながる像のある1点のその周辺の像への滲みや広がりを広がり関数として数学的に扱い、演算処理を可能にしている。

【0003】例えば、特開昭62-127976号公報に示されるように、光電変換素子により得られた画像信号に対して、“ピンぼけ”、“ぶれ”及び“収差”について、それらの逆特性を有する関数を用いて、演算処理し、画像を補正する方法が提案されている。

【0004】また、特開平3-159482号公報には、画像信号と該画像の広がり関数の逆行列とを用いて、ぶれの無い元の被写体像である原画像に復元する方法が提案されている。

【0005】また、この画像データと広がり関数につい

てそれぞれフーリエ変換を行ない、フーリエ空間内で画像の修復を行ない、原画像を逆フーリエ変換で修復する方法も周知である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、手ぶれ等のぶれによる画像の劣化を及ぼす画像の広がり関数は、ピンぼけや収差の場合とは、異なり1次元的な広がりである。つまり、ピンボケや収差の場合には、点像の広がりには2次元的に生じ、これが画像の劣化に繋がる。しかし、ぶれの場合、1点の点像はある軌跡を描き画面上に広がりを生じ、画像を劣化させる。

【0007】また、手ぶれの周波数は、像の位置の次元では、数Hz以下であることが知られているが、数10分の1秒でカメラによる撮影を行う場合には、その露光中の手ぶれは直線的に推移している。つまり、通常の撮影で手ぶれによる画像の劣化が生じる写真中のぶれは、ほぼ直線であるため、ぶれによる像の広がり関数は、1本の曲線しかもその大半は直線であると推測される（図5参照）。

【0008】従って、光電変換素子で画像を読み出す場合、それらのデータは画素と呼ばれる細かな領域に応じたデータ、つまり、離散位置に応じたデータである。広がり関数が、2次元的に均一に生じている場合には、画素の配列の方向性は特に問題を持たない。どの方向でも同等のデータとなるはずである。

【0009】ところが、広がり関数が一次元的な場合、画素の配列方向によって得られる画像データが異なる。そのため、ぶれの広がり関数が画像データに対して不適切になることがある。画素配列に対して斜め方向にぶれの軌跡があるとき、データの並びが直線状にならないのである。つまり、画素の配列がぶれの方向と異なる場合には、得られる画像データがぶれ以外の要因による他の画素の滲みによる原画像からの劣化を含むことになり、ぶれの広がり関数だけでは修復が不可能になってしまう。

【0010】また、得られる画像データの端の部分に於いては、ぶれの方位と反対の部分では、原画像には含まれない部分の映像信号が混入してくるため、ぶれの広がり関数を行列として扱う場合でもフーリエ変換を行う場合であっても、不確定の要因を含むことになり、十分な画像の修復を行えない。

【0011】そこで本発明は、ぶれの広がり関数と得られる画像データの関係の不一致をなくし、また、容易に画像データ端部でのデータの不確定性を補正するぶれ画像修復装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、被写体像記録媒体に記録されている被写体画像のぶれに関するぶれ情報を検出するぶれ情報検出手段と、前記被写体像を読み出すための、光電変換素子が

らなる画像データ読み出し手段と、前記ぶれ情報検出手段により検出されるぶれの方向の情報に基づいて前記画像データの読み出し手段の画素配列方向のぶれの方向に制御する読み出し方向制御手段と、前記ぶれ情報検出手段により検出されるぶれの大きさの情報により読み出された画像のぶれによる画像の広がり関数を基に画像の劣化を修正するための復元関数を設定する画像復元関数設定手段と、前記画像データ読み出し手段により得られる被写体の画像データと前記画像復元関数設定手段より得られる復元関数とから、劣化している画像データを修正復元するための演算を行なう画像復元手段とで構成される画像修復装置を提供する。

【0013】さらに前記画像修復装置において、ぶれによる画像の広がり関数の逆行列からなる復元関数を設定する画像復元関数設定手段若しくは、画面の端部に於いて画像データを外挿するように表された行列からなるぶれによる画像の広がり関数の復元関数を設定する画像復元関数設定手段を有する画像修復装置を提供する。

【0014】

【作用】以上のような構成の画像修復装置は、ぶれの方向と画素の配列方向若しくは、画像を検出する走査方向が一致され、画像が読出される。

【0015】また、ぶれが画素平面の画素配列方向の直線的なものとして扱われ、画像復元関数設定手段では、ぶれによる画像の広がり関数をぶれ方向の画素に対する1次元の画像データと、ぶれの無い場合の原画像データとを関係づける正則な2次元の行列式で表され、この行列の逆行列からなる復元関数を設定される。同様に、ぶれが画素平面の画素配列方向の直線的なものとして扱われ、画面の端部において、画像データを外挿するように構成される。

【0016】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0017】図1には、本発明の画像修復装置の基本的な概念を説明するための構成図である。

【0018】この画像修復装置においては、フィルム或いは印画紙等の被写体像記録媒体6に記録されている被写体画像のぶれに関するぶれ情報がぶれ情報検出部1により検出される。

【0019】前記ぶれ情報検出部1により検出されたぶれの方向の情報に基づいて、画像データ読み出し方向制御部2は、フィルム等の被写体像記録媒体6上の画像データの読み出しの画素配列方向をぶれの方向に制御する。

【0020】そして被写体画像を読み出すために、光電変換素子からなる画像データ読み出し部3が設けられ、また前記ぶれ情報検出部1により検出されたぶれの大きさの情報により、画像復元関数設定部4は、読み出された画像のぶれによる画像の広がり関数を基に画像の劣

化を修正するための復元関数を設定する。

【0021】そして前記画像データ読み出し部3から得られた被写体の画像データと、前記画像復元関数設定部4から得られた復元関数とを用いて、画像復元部5により、ぶれで劣化している画像データを修正復元するための演算を行う（後述する図6には、例として、画素配列を回転した場合の画像データの並びを示す）。

【0022】またこのような画像修復装置では、ぶれを画素平面の画素配列方向の直線的なものとして扱うため、前記画像復元関数設定部4を、前記ぶれによる画像の広がり関数をぶれ方向の画素に対する1次元の画像データと、ぶれの無い場合の原画像データとを関係づける正則な2次元の行列式で表し、この行列の逆行列からなる復元関数を設定するように構成する。

【0023】この復元関数を全画面に対応づけて演算することにより、簡単でありながら効果的な画像復元関数設定部4と画像復元部5とを構成することが可能になる。

【0024】同様に、ぶれを画素平面の画素配列方向の直線的なものとして扱うため、画面の端部において、画像データを外挿するように構成することも容易にできる。

【0025】また、前記画像修復装置をカメラに搭載し、画像修復装置内のぶれ情報検出部により検出されたべきぶれ情報に対して、撮影時の手ぶれを検出し、そのぶれ情報をフィルム上に記録する様に構成することで、画像修復の精度と簡便さを向上するように構成することもできる。

【0026】図2、図3には、本発明による第1実施例としての画像修復装置の構成を示し説明する。本実施例では、銀塩フィルムに被写体画像と、撮影時の手ぶれ情報を記録して、これらの情報に基づき、ぶれの無い画像を再生する例を示す。また、手ぶれ情報は、銀塩フィルム9上に設けられた磁気トラック22に、露光中のぶれの“方向”と“大きさ”として、記録されているとする。

【0027】この画像修復装置においては、各構成部材はマイクロコンピュータ等からなるシーケンス制御部8により駆動制御される。

【0028】まず、銀塩フィルム9は、例えば、パーフォーレーションの方向に沿って設けられた前記磁気トラック22と、光学的に被写体像を記録する被写体像記録部23により構成される。

【0029】この銀塩フィルム9は、巻装されフィルム取付台7に装着され、図示しない給送機構により、走行される。また前記フィルム取付台7には、前記ぶれ情報検出部1、画像データ読み出し方向制御部2、及び画像データ読み出し部3が取り付けられる。

【0030】前記ぶれ情報検出部1は、磁気ヘッド11と波形成回路12と磁気ヘッドステージ13と磁気ヘ

ッドモータ14と磁気情報読み出し制御回路15とから構成される。

【0031】前記シーケンス制御部8による、ぶれ情報読み出し指示信号に基づき、前記磁気情報読み出し指示制御回路15が、磁気ヘッドモータ14を用いて磁気ヘッドステージ13上に配置された磁気ヘッド11をフィルム9上の磁気トラック22に沿って移動させ、磁気信号を読み出し、この信号を波形整形回路12を用いて、ぶれ信号情報に変換する。これにより、ぶれの方

向とぶれの大きさが検出される。

【0032】次に、前記画像データ読み出し方向制御部2は、画像センサ台16と画像センサ台回転モータ17と画像センサ台回転モータ駆動回路18とで構成され、シーケンス制御部8からのぶれ方向信号によりその方向が制御される。

【0033】前記画像データ読み出し部3は、2次元的に格子状に配列された電荷蓄積型光電変換素子(CCD)列からなる画素列20と光電変換素子列駆動回路21で構成され、シーケンス制御部8により、駆動動作が制御される。また、この画像データ読み出し部3には、
20 結像レンズ19が取り付けられており、前記フィルム取付台7に装着されている銀塩フィルム9上の被写体像を前記画素列20上に投影している。また、前記画素列20は、画像センサ台16に載置される。

【0034】前記画像データ読み出し方向制御部2は、前記画素列20の直交する“x、y”の2軸の配列方向のいずれか一方と、前記ぶれ方向信号の示すぶれ方向とが一致するように、画像センサ台回転モータ17を回転させて、前記画素配列20が載置された画像センサ台16の回転方向を制御する。前記画像データ読み出し部3
30 により読み出された被写体像は、画像復元部5に転送される。

$$(A) = \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,m} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & & : \\ : & & \cdots & : \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,m} \end{vmatrix} \cdots (1)$$

また、ぶれの無い場合の原画像データを同様に行列
(B)で表す。

$$(B) = \begin{vmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \cdots & b_{1,m} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & & : \\ : & & \cdots & : \\ b_{n,1} & b_{n,2} & \cdots & b_{n,m} \end{vmatrix} \cdots (2)$$

いま、ぶれの方向が画面の右から左方向であり、その大きさを画素k個分であるものとする。また、撮影が比較的短秒時で行われ、ぶれが等速度で発生したと見なせる場合には、読み出された画素データaを、ぶれの無い原

*【0035】次に画像復元関数設定部4は、前記ぶれ情報検出部1により検出されたぶれの大きさの情報により、読み出された画像のぶれによる画像の広がり関数を基に画像の劣化を修正するための復元関数を設定する。前記画像復元部5は、前記画像読み出し部3により得られた被写体の画像データと、前記画像復元関数設定部4より得られる復元関数とから、ぶれにより劣化している画像データを修正復元するための演算を行い、ぶれにより劣化した銀塩フィルム9上の被写体像を修正し出力する。

【0036】次に前記画像復元関数設定部4の動作について詳細に説明する。ここで、読み出されたぶれの大きさ情報は、ある被写体上の一点のぶれにより画像上の軌跡の長さを意味している。また、フィルム上のある一点での被写体像は、その画素上を通過する被写体像が合成されて写されている。

【0037】よって、ぶれの軌跡の長さにより、どの程度の範囲の被写体像が合成されているかが解る。画像データは、2次元的な大きさを持つが、現在、ぶれの軌跡方向と画像データの読み出し方向が一致しているため、ぶれによる画像の合成(滲み)は、画像データの配列方向の1次元のみに発生している。また、ぶれの方向と、画素の配列の横方向とが一致するように、画像データ読み出し方向制御部2が画像データ読み出し部3の方向を制御して画像データが読まれるとものとする。

【0038】以下、n、mは画像データの横と縦のアドレスの最大値を表している。

【0039】実際に読み出した画像データを同様に行列(A)で表す。

【0040】

【数1】

※【0041】

※40 【数2】

画像データbで表すと、ある測定画素上を通過した各原画像のデータが(1/X)ずつ加算されることになる。

【0042】そして、1つの横方向の画素列のみに着目し、その行列を(Ai)、(Bi)とすると、

(5)

特開平6-118468

【数3】

$$(A_i) = \begin{vmatrix} a_{i,1} \\ a_{i,2} \\ \vdots \\ a_{i,m} \end{vmatrix} \quad \dots (3)$$

【数4】

$$(B_i) = \begin{vmatrix} b_{i,1} \\ b_{i,2} \\ \vdots \\ b_{i,m} \end{vmatrix} \quad \dots (4)$$

*

$$a_{i,j} = \sum_{h=0}^{h=k-1} \{ (1/k) \cdot (b_{i,j+h}) \} \quad \dots (5)$$

$$= (1/k) \cdot \sum_{h=0}^{h=k-1} b_{i,j+h}$$

ここで、簡略化するために $m=5$ 、 $k=3$ とした場合で前式
を行列を用いて説明する。この場合、 $a_{i,4}$ 、 $a_{i,5}$ を求め
るために、原画像データにおいては、画面の範囲外のデ

※一タ $b_{i,6}$ 、 $b_{i,7}$ を考えて以下のように表される。

【0044】

【数6】

$$(A_i(h=1\sim5)) = (1/k) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot (B_i(h=1\sim7)) \quad \dots (6)$$

行列(H)を以下の式(7)のようにして、逆行列
(H')を求め、

【数7】

$$(H) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} \quad \dots (7)$$

【数8】

$$(B_i) = (H') \cdot (A_i) \quad \dots (8)$$

を行うことで、原画像が求められるはずである。

【0045】この行列(H)が、ぶれの広がり関数である。

【0046】このように本実施例では、ぶれの方向と画素配列を一致させたため、2次元的な全画面において、各横1次元の配列に対して同一の広がり関数(H)を考えるだけでよい。

【0047】しかし、前述した式では、行列(H)が正則でないため、逆行列(H')は存在しない。つまり、

未知の原画像データ $b_{i,j}$ の個数に対して、既知数 $a_{i,j}$ の個数が少ないため、原画像は求められない。

【0048】また行列(H)が、正方行列であることが必要となるが、そのためには、行列(B_i)のデータの個数も、やはり“m”でなければならない。

【0049】つまり、 $B_i(h=1\sim5)$ により、演算を行わなければならない。そして、今の例は $m=5$ であるので、5個のデータから7個に相当するデータを設定する必要がある。

40 【0050】そこで、前記データを外挿して、修正演算を行うことにより対応する。ここで、現在、ぶれにより広がりをもつ画像データは、画面横方向にのみ、その広がりをもつため、検出された画像データ(A_i)に対して、画面横方向に外挿を行えばよい。しかし、2次元の画像データ(A)全体に対して、修正演算を行う場合には、すべての各(A_i)に対して、外挿演算を行わなければならない。非常に演算量が増える。そこで、広がり関数は、各ぶれを含む1次元配列の画像データ(A_i)において、同一であるため、広がり関数(H)に外挿の演算要素をもたせて演算量を減らすことが考えられ

る。

【0051】従って、画像の修正・復元の演算を行うためには、広がり関数(H)を正方行列として、

【数9】

$$(H) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \end{vmatrix} \quad \dots (9)$$

h=2

$$a_{i,4} = \sum_{h=0}^{h=2} \{(1/3) \cdot (b_{i,4+h})\} = (1/3) \cdot \{b_{i,4} + b_{i,5} + b_{i,6}\}$$

h=0

... (10)

h=2

$$a_{i,5} = \sum_{h=0}^{h=2} \{(1/3) \cdot (b_{i,5+h})\} = (1/3) \cdot \{b_{i,5} + b_{i,6} + b_{i,7}\}$$

h=0

... (11)

と表される。ここで、図7に示すような $b_{i,6}$ 、 $b_{i,7}$ の項が取得できる画像センサのデータの撮影範囲外のデータであり未知の項となる。

※【0054】外挿を一階の階差式で行う場合、

【数11】

※20

$$b_{i,6} = b_{i,5} + (b_{i,4} \text{ と } b_{i,5} \text{ の変化分}) = b_{i,5} + (b_{i,5} - b_{i,4})$$

$$= 2 \cdot b_{i,5} - b_{i,4}$$

... (12)

$$b_{i,7} = 2 \cdot b_{i,6} - b_{i,5}$$

$$= 3 \cdot b_{i,5} - 2 \cdot b_{i,4}$$

... (13)

と表される。式(10)、(11)より、次式が求められる。

★【数12】

【0055】

★

$$a_{i,4} = (1/3) \cdot \{3 \cdot b_{i,5}\} \quad \dots (14)$$

【数13】

30

$$a_{i,5} = (1/3) \cdot \{-3 \cdot b_{i,4} + 6 \cdot b_{i,5}\}$$

... (15)

この場合、広がり関数を(H1)は下記の式(16)となる。

☆【0056】

☆

【数14】

$$(H1) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 6 \end{vmatrix} \quad \dots (16)$$

一般的には、 $k+m)j)m$ の範囲で、 $d=j-m$ として、

◆ ◆ 【数15】

$$b_{i,j} = (d+1) \cdot b_{i,m-d} - d \cdot b_{i,(m-1)}$$

... (17)

である。

【0057】ぶれの大きさ(k)に応じて、広がり関数の各項設定することで、ぶれの大きさが異なる場合でも、同様に広がり関数を求められる。

【0058】外挿の精度を向上させるために二階の階差式で行う場合、

【数16】

11

12

$$\begin{aligned} bi.6 &= bi.5 + (bi.5 - bi.4) + \{(bi.5 - bi.4) - (bi.4 - bi.3)\} \\ &= 3 \cdot bi.5 - 3 \cdot bi.4 + bi.3 \end{aligned} \quad \dots (18)$$

$$\begin{aligned} bi.7 &= 3 \cdot bi.6 - 3 \cdot bi.5 + bi.4 \\ &= 3 \cdot (3 \cdot bi.5 - 3 \cdot bi.4 + bi.3) - 3 \cdot bi.5 + bi.4 \\ &= 6 \cdot bi.5 - 8 \cdot bi.4 + 3 \cdot bi.3 \end{aligned} \quad \dots (19)$$

と表される。式(10)、(11)より、次式が求められる。 * 【数17】

【0059】

*

$$ai.4 = (1/3) \cdot \{bi.3 - 2 \cdot bi.4 + 4 \cdot bi.5\} \quad \dots (20)$$

$$ai.5 = (1/3) \cdot \{4 \cdot bi.3 - 11 \cdot bi.4 + 10 \cdot bi.5\} \quad \dots (21)$$

この場合、広がり関数(H2)は、

【数18】

$$(H2) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & 4 & -11 & 10 \end{vmatrix} \quad \dots (22)$$

となる。

※【0060】この場合であっても、ぶれの大きさ(k)に応じて広がり関数の各項設定することでぶれの大きさや画素データの配列の大きさが異なる場合でも同様に広がり関数を求められる。

【0061】これらの広がり関数の行列(H1)、(H2)は正則であるので逆行列が存在する。

【0062】一階の階差による外挿を含めた広がり関数(H1)の逆行列(H1')は、公知の方法により、

※20 【数19】

$$(H1') = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 & 2/3 & -1/3 \\ 0 & 1 & -1 & 1/3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 2/3 & -1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 \end{vmatrix} \quad \dots (23)$$

と求められる。

★関数(H2)の逆行列(H2')も、

【0063】同様に二階の段差による外挿を含めた広が★ 【数20】

$$(H2') = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 2/11 & 2/11 & -1/11 \\ 0 & 1 & -40/33 & 5/11 & -2/33 \\ 0 & 0 & 34/33 & -7/11 & 5/33 \\ 0 & 0 & 2/11 & 2/11 & -1/11 \\ 0 & 0 & -7/33 & 5/11 & -2/33 \end{vmatrix} \quad \dots (24)$$

と求められる。ここで前述の式(8)を演算することで原画像データ(Bi)が求められる。

【0064】この演算を、ぶれ方向である画素の横1次元配列に対して画面全体に行うことで、2次元を有する被写体像全体が復元する。

【0065】つまり、式(8)を、画面の立て方向の配列 40 $i=1 \sim n$ について行うことになる。

【0066】この場合の復元関数(H')は、すべての1に対して、同一の値でよい。このぶれ画像の復元は、画像復元部5で行われる。

【0067】この画像復元関数設定部4で設定される画像の劣化を修正するための復元関数は、ぶれの大きさにより毎回逆行列演算を行っても、止めても良いし、記憶装置に余裕があれば、予め複数のぶれの大きさに応じた行列を求めておき、ぶれの大きさに応じて、テーブル参照等の方法で用いて、演算時間を短縮することもでき 50

る。

【0068】また、データの外挿の演算例として、一階の段差を用いる例と、二階の段差を用いる例とについて説明したが、この演算においても、これに限定するものではなく、未知のデータを外挿により求めることが可能なように、行列の各項の値を設定できれば同様の結果が得られる。

【0069】また、ぶれが大きい場合には、データを外挿するための外挿の次数(前記の例では階差の階数)を大きくすることにより、修正・復元の精度を高めることも可能である。

【0070】逆に、ぶれが小さい場合には、データの信頼度が高くなり、データを外挿するための外挿の次数を比較的小さくし、演算必要な時間を短縮することも可能である。

【0071】本実施例では、説明を簡略化するために画

像データの個数とぶれの大きさについて小さな値の場合を示したが、これらの値は説明に用いた値に、何等制限のあるものではない。

【0072】次に図4のフローチャートを参照して、前述した第1実施例の具体的な動作について説明する。ここで、フィルム9はフィルム取付台7に装着されているものとする。

【0073】まず、ぶれ情報をフィルムから読み出すために、ぶれ情報検出部1にぶれ情報読み出し指示信号を出力する(ステップS1)。

【0074】次に、ぶれの方向とぶれの大きさのぶれ情報をぶれ検出部1から受信する(ステップS2)。そして、画像データ読み出し方向制御部2にぶれ方向信号を出力する(ステップS3)。これにより、画像センサ台16が、ぶれ方向と画像データ読み出し部3の画像センサの画素列20の画素配列方向と一致するように回転させ、位置決めがなされる。

【0075】次に画像データ読み出し部3に被写体像の読み出しを指示し(ステップS4)、被写体像の画像データを受信する(ステップS5)。そして被写体の画像データを画像復元部5に転送する(ステップS6)。

【0076】次に画像復元関数設定部4にぶれの大きさの情報を送信する(ステップS7)。そして、前記画像復元関数設定部4にぶれの大きさの情報を基にぶれによる画像の広がり関数やそれを利用した画像の劣化を修正するための復元関数の演算を指示する(ステップS8)。

【0077】そして、前記画像復元関数設定部4に求められた復元関数を画像復元部5に転送するように指示し(ステップS9)、さらに被写体の画像の復元を画像復元部5に指示する(ステップS10)。

【0078】次に復元された被写体の画像データの出力を画像復元部5に指示する(ステップS11)。

【0079】以上のような処理により、復元された画像データは、公知の画像再生モニターや画像プリント装置により処理され、視覚的な像として出力される。

【0080】また、本実施例では、ぶれの方向と大きさを撮影時にフィルム上に磁気記録する撮影装置を利用しているが、磁気記録によらず電氣的にRAM(リード・オンリー・メモリ)やROM(ランダム・アクセス・メモリ)等に記録する撮影装置を用いても良い。また、撮影時に発生したぶれを記録せずとも、被写体像のぶれを画像処理により画像データそのものから検出することも可能である。

【0081】従って、本発明の画像修復装置により、被

写体像の撮影時に発生したぶれによる、画像の広がり関数と得られる画像データの配列の関係の不一致をなくし、また、そのため簡単に画像データの端部でのデータの不確定性を補正することが可能となり、手ぶれで劣化した画像を簡単に正確に修正することができるため、従来では手ぶれの発生により撮影が不可能であった低輝度での撮影や望遠レンズを使用した場合での撮影機会が増える。

【0082】また本発明は、前述した実施例に限定されるものではなく、他にも発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

【0083】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、ぶれの広がり関数と得られる画像データの関係の不一致をなくし、また、容易に画像データ端部でのデータの不確定性を補正するぶれ画像修復装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の画像修復装置の基本的な概念を示す構成図である。

【図2】図2は、本発明による第1実施例としての画像修復装置の構成を示す図である。

【図3】図3は、本発明による第1実施例としての画像修復装置のブロック構成を示す図である。

【図4】図4は、本発明による第1実施例としての画像修復装置の具体的な動作を示す図である。

【図5】図5は、手ぶれによる画像の劣化状態(ぶれによる像の広がり関数)を示す図である。

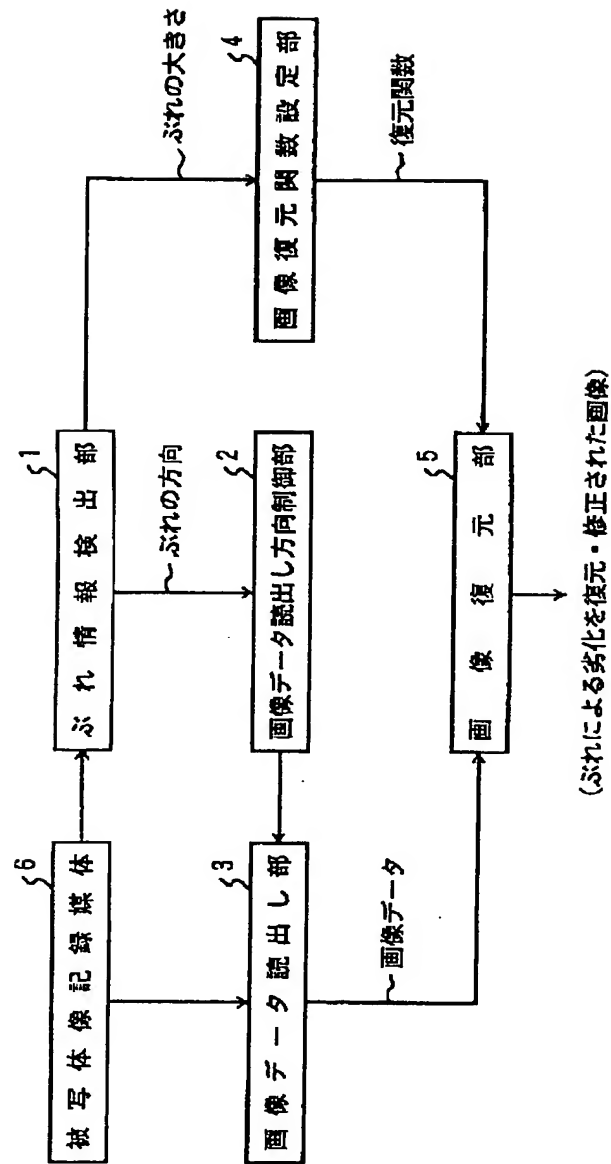
【図6】図6は、画素配列を回転した場合の画像データの並び例を示す図である。

【図7】図7は、原画像データとその検出画像データの例を示す図である。

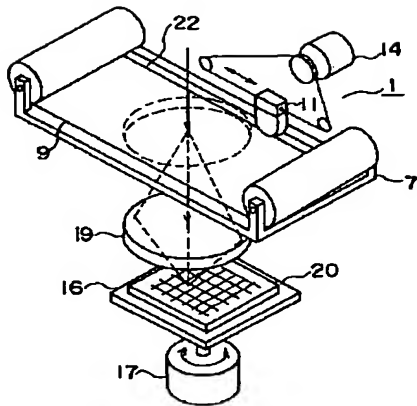
【符号の説明】

1…ぶれ情報検出部、2…画像データ読み出し方向制御部、3…画像データ読み出し部、4…画像復元関数設定部、5…画像復元部、6…被写体像記録媒体、7…フィルム取付台、8…シーケンス制御部、9…銀塩フィルム(フィルム)、11…磁気ヘッド、12…波形成形回路、13…磁気ヘッドステージ、14…磁気ヘッドモータ、15…磁気情報読み出し制御回路、16…画像センサ台、17…画像センサ台回転モータ、18…画像センサ台回転モータ駆動回路、19…結像レンズ、20…画素列、21…光電変換素子列駆動回路、22…磁気トラック、23…被写体像記録部。

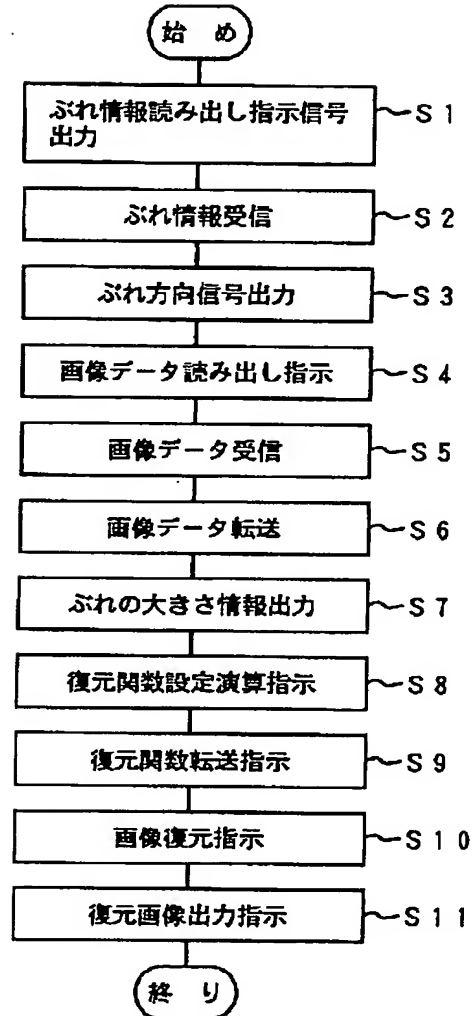
【図1】



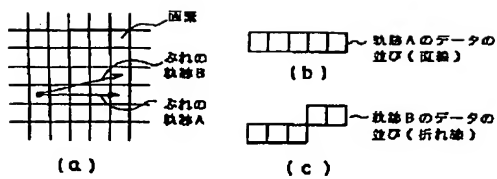
【図2】



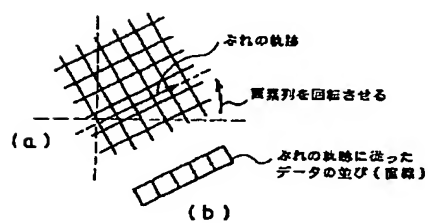
【図4】



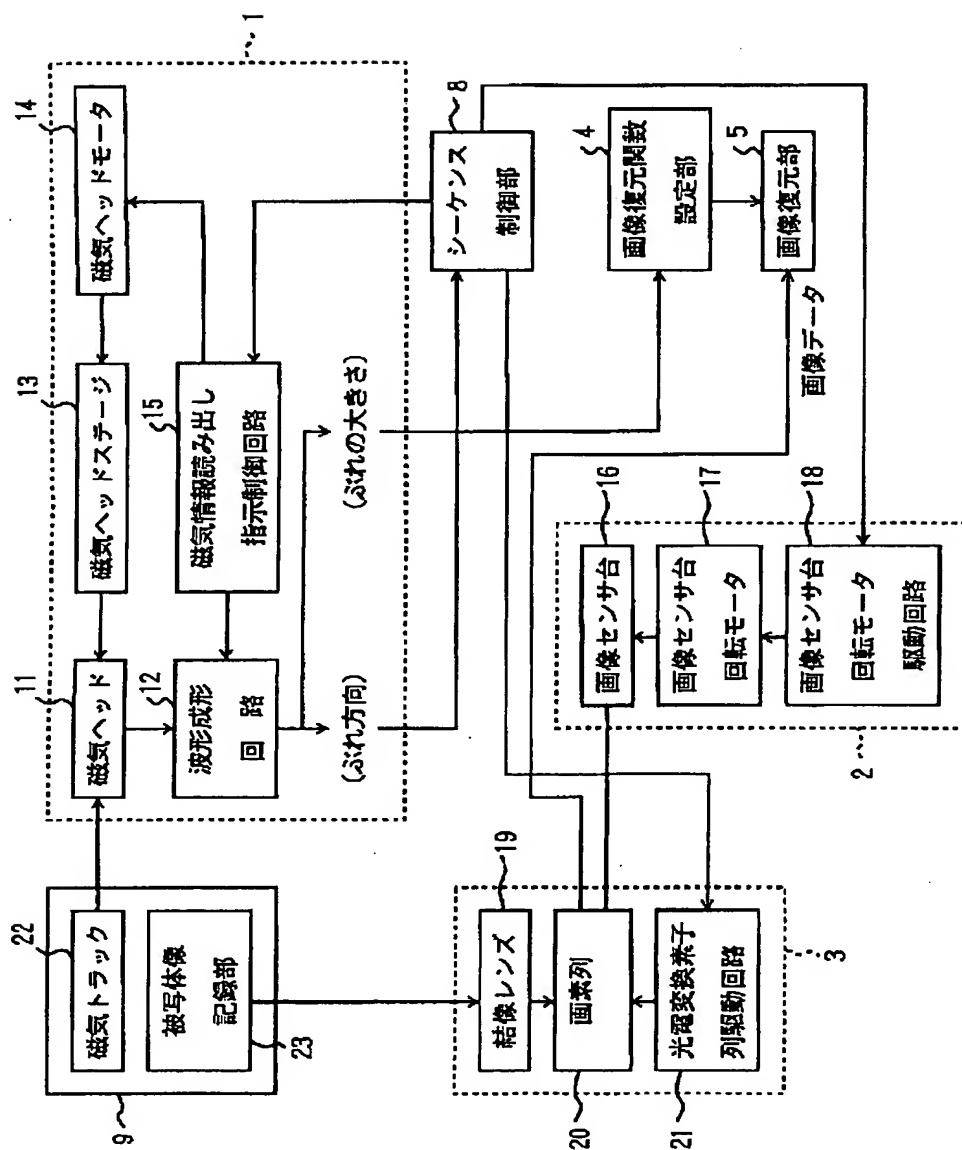
【図5】



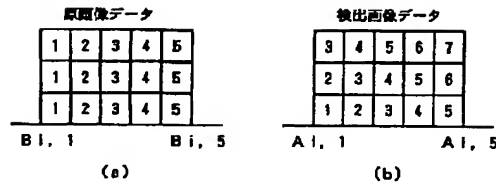
【図6】



【図3】



【図7】



$$A_{i, 1} = \frac{1}{3} (B_{i, 1} + B_{i, 2} + B_{i, 3})$$

【手続補正書】

【提出日】平成5年2月3日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

* 【補正内容】

【0044】

【数6】

$$(A_i (h=1 \sim 5)) = (1/k) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot (B_i (h=1 \sim 7)) \quad \dots (6)$$

行列 (H) を以下の式 (7) のようにして、逆行列 ※【数7】

(H') を求め、

$$(H) = (1/K) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} \quad \dots (7)$$

【数8】

★【補正方法】変更

【補正内容】

$$(B_i) = (H') \cdot (A_i) \quad \dots (8)$$

を行うことで、原画像が求められるはずである。

【0051】従って、画像の修正・復元の演算を行うためには、広がり関数 (H) を正方行列として、

【数9】

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

$$(H) = (1/3) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \end{vmatrix} \quad \dots (9)$$

とする。ここで、(?) マークで示した項は、データの不足のためぶれの広がり量のパラメータが設定できない部分である。

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正内容】

【手続補正3】

【0056】

【数14】

$$(H1) = (1/3) \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 6 \end{vmatrix} \quad \dots (16)$$

一般的には、 $k+m)j)_m$ の範囲で、 $d=j-m$ として、

【数15】

$$b_{i,j} = (d+1) \cdot b_{i,m-d} \cdot b_{i,m-1} \quad \dots (17)$$

である。

★【補正内容】

【手続補正4】

【0059】

【補正対象書類名】明細書

【数17】

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

$$a_{i,4} = (1/3) \cdot \{b_{i,3-2} \cdot b_{i,4} + 4 \cdot b_{i,5}\} \quad \dots (20)$$

$$a_{i,5} = (1/3) \cdot \{4 \cdot b_{i,3-11} \cdot b_{i,4} + 10 \cdot b_{i,5}\} \quad \dots (21)$$

この場合、広がり関数(H2)は、

【数18】

$$(H2) = (1/3) \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & 4 & -11 & 10 \end{vmatrix} \quad \dots (22)$$

となる。

◆【補正内容】

【手続補正5】

【0062】一階の階差による外挿を含めた広がり関数

【補正対象書類名】明細書

(H1)の逆行列(H1')は、公知の方法により、

【補正対象項目名】0062

【数19】

【補正方法】変更

$$(H1') = 3 \cdot \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 & 2/3 & -1/3 \\ 0 & 1 & -1 & 1/3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 2/3 & -1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 \end{vmatrix} \quad \dots (23)$$

と求められる。

【補正内容】

【手続補正6】

【0063】同様に二階の段差による外挿を含めた広がり

【補正対象書類名】明細書

関数(H2)の逆行列(H2')も、

【補正対象項目名】0063

【数20】

【補正方法】変更

(14)

特開平6-118468

$$(H2') = 3 \cdot \begin{vmatrix} 1 & -1 & 2/11 & 2/11 & -1/11 \\ 0 & 1 & -40/33 & 5/11 & -2/33 \\ 0 & 0 & 34/33 & -7/11 & 5/33 \\ 0 & 0 & 2/11 & 2/11 & -1/11 \\ 0 & 0 & -7/33 & 5/11 & -2/33 \end{vmatrix} \dots (24)$$

と求められる。ここで前述の式(8)を演算することで原 画像データ (B1) が求められる。

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A blurring information detection means to detect the blurring information about blurring of the photographic subject image currently recorded on the photographic subject image record medium, The image data readout means which consists of an optoelectric transducer for reading said photographic subject image, A read-out directional-control means to control based on the information on the direction of blurring detected by said blurring information detection means in the direction of blurring of the pixel array direction of the read-out means of said image data, An image restoration function setting-out means to set up the restoration function for correcting degradation of an image based on the function of the breadth of the image by blurring of the image in which reading appearance was carried out by the information on the magnitude of blurring detected by said blurring information detection means, Image restoration equipment characterized by providing an image restoration means to perform the operation for carrying out correction restoration of the image data which has deteriorated from the image data of the photographic subject acquired by said image data read-out means, and the restoration function obtained from said image restoration function setting-out means.

[Claim 2] Image restoration equipment possessing an image restoration function setting-out means to set up the restoration function which consists of an inverse matrix of the spread function of the image by blurring according to claim 1.

[Claim 3] Image restoration equipment possessing an image restoration function setting-out means to set up the restoration function of the spread function of the image by blurring which consists of a matrix expressed that image data is extrapolated in the edge of a screen according to claim 1.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the blurring image restoration equipment which performs the image processing which restores the degraded minute and is reproduced from the photographic subject image on a still photograph including degradation of the image by blurring, or a film.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, photo electric translation of the photographic subject image is carried out, and there is equipment which performs an image processing using arithmetic units, such as a computer. It is proposed about the technique and equipment which restores degradation of the image produced by blurring at the time of photography etc. using this image processing system. In such image restoration processing, the blot and breadth to the image of the circumference of it of one point with the image which leads to degradation of an image are mathematically treated as a spread function, and data processing is made possible.

[0003] For example, as shown in JP,62-127976,A, data processing is carried out about "blurred", "blurring", and "aberration" to the picture signal acquired by the optoelectric transducer using the function which has those reverse properties, and the approach of amending an image is proposed.

[0004] Moreover, the approach of restoring to the subject-copy image which is a photographic subject image of the origin which does not have blurring is proposed by JP,3-159482,A using the picture signal and the inverse matrix of the spread function of this image.

[0005] Moreover, the approach of performing the Fourier transform about this image data and spread function, respectively, restoring an image within the Fourier space, and restoring a subject-copy image by the inverse Fourier transform is also common knowledge.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the case of a blur or aberration, the spread function of the image which does degradation of the image by blurring, such as blurring, is-like difference 1-dimensional breadth. That is, in the case of pin dotage or aberration, the breadth of a point is produced two-dimensional, and this leads to degradation of an image. However, in the case of blurring, the point of one point draws a certain locus, produces breadth on a screen, and degrades an image.

[0007] Moreover, although it is known that it is several Hz or less, when the frequency of blurring performs photography with a camera in 1/several 10 second at the dimension of the location of an image, blurring under the exposure is changing linearly. That is, since blurring in the photograph which degradation of the image by blurring produces in the usual photography is a straight line mostly, as for the spread function of the image by blurring, an one curvilinear deer is also conjectured that the most is a straight line ($R > \text{drawing } 5$ reference).

[0008] Therefore, when reading an image with a photoelectrical change component, those data are the data according to the fine field called a pixel, i.e., the data according to a discrete location. When the spread function has arisen in homogeneity two-dimensional, especially the directivity of the array of a pixel does not have a problem. It should become equivalent data in every direction.

[0009] However, case [single dimension-/ a spread function], the image data obtained by the array direction which is a pixel differs. Therefore, the spread function of blurring may become unsuitable to image data. When there is a locus of blurring in the direction of slant to a pixel array, it is because a data list does not become straight line-like. That is, when the array of a pixel differs from the direction of blurring, the image data obtained will blur, degradation from the subject-copy image by blot of other pixels by the factor of an except

will be included, and restoration will become impossible only with the spread function of blurring.

[0010] Moreover, in the part of the edge of the image data obtained, in bearing of blurring, and a reverse part, even if it is the case where the Fourier transform is performed even when treating the spread function of blurring as a matrix in order that the video signal of the part which is not contained may mix in a subject-copy image, an indefinite factor will be included and enough images cannot be restored.

[0011] Then, this invention aims at offering the blurring image restoration equipment which loses the inequality of the spread function of blurring, and the relation of the image data obtained, and amends the indeterminacy of the data in an image data edge easily.

[0012]

[Means for Solving the Problem] A blurring information detection means to detect the blurring information about blurring of the photographic subject image currently recorded on the photographic subject image record medium in order that this invention may attain the above-mentioned object, The image data readout means which consists of an optoelectric transducer for reading said photographic subject image, A read-out directional-control means to control based on the information on the direction of blurring detected by said blurring information detection means in the direction of blurring of the pixel array direction of the read-out means of said image data, An image restoration function setting-out means to set up the restoration function for correcting degradation of an image based on the function of the breadth of the image by blurring of the image in which reading appearance was carried out by the information on the magnitude of blurring detected by said blurring information detection means, The image restoration equipment which consists of image data of the photographic subject acquired by said image data read-out means and a restoration function obtained from said image restoration function setting-out means with an image restoration means to perform the operation for carrying out correction restoration of the image data which has deteriorated is offered.

[0013] The image restoration equipment which furthermore has an image restoration function setting-out means to set up the restoration function which consists of an inverse matrix of the spread function of the image by blurring, or an image restoration function setting-out means to set up the restoration function of the spread function of the image by blurring which consists of a matrix expressed that image data is extrapolated in the edge of a screen, in said image restoration equipment is offered.

[0014]

[Function] The direction of blurring, the array direction of a pixel, or the scanning direction of the above image restoration equipments of a configuration that detects an image corresponds, and an image is read.

[0015] Moreover, blurring is treated as a linear thing of the pixel array direction of a pixel flat surface, with an image restoration function setting-out means, it is expressed with the regular two-dimensional determinant which connects 1-dimensional image data [as opposed to the pixel of the direction of blurring for the spread function of the image by blurring], and subject-copy image data in case there is no blurring, and the restoration function which consists of an inverse matrix of this matrix is set up. Similarly, blurring is treated as a linear thing of the pixel array direction of a pixel flat surface, and in the edge of a screen, it is constituted so that image data may be extrapolated.

[0016]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0017] It is a block diagram for explaining the fundamental concept of the image restoration equipment of this invention to drawing 1.

[0018] In this image restoration equipment, the blurring information about blurring of the photographic subject image currently recorded on the photographic subject image record media 6, such as a film or photographic paper, blurs, and it is detected by the information detecting element 1.

[0019] Based on the information on the direction of blurring detected by said blurring information detecting element 1, the image data read-out directional-control section 2 controls the pixel array direction of read-out of the image data on the photographic subject image record media 6, such as a film, in the direction of blurring.

[0020] And in order to read a photographic subject image, the image restoration function setting-out section 4 sets up the restoration function for correcting degradation of an image based on the function of the breadth of the image by blurring of the image by which reading appearance was carried out using the information on the magnitude of blurring which the image data read-out section 3 which consists of an optoelectric transducer was formed, and was detected by said blurring information detecting element 1.

[0021] And the operation for carrying out correction restoration of the image data which has deteriorated in blurring by the image restoration section 5 using the image data of the photographic subject acquired from said image data read-out section 3 and the restoration function obtained from said image restoration function setting-out section 4 is performed (the image data list at the time of rotating a pixel array is shown in drawing 6 mentioned later as an example).

[0022] Moreover, it expresses with the regular two-dimensional determinant which connects 1-dimensional image data [as opposed to the pixel of the direction of blurring for the spread function of the image according said image restoration function setting-out section 4 to said blurring], and subject-copy image data in case there is no blurring, and in order to treat blurring as a linear thing of the pixel array direction of a pixel flat surface, it constitutes from such image restoration equipment so that the restoration function which consists of an inverse matrix of this matrix may be set up.

[0023] By matching this restoration function with a full screen, and calculating it, though it is easy, it becomes possible to constitute the effective image restoration function setting-out section 4 and the image restoration section 5.

[0024] Similarly, since blurring is treated as a linear thing of the pixel array direction of a pixel flat surface, it can also make it easy to constitute in the edge of a screen, so that image data may be extrapolated.

[0025] Moreover, said image restoration equipment is carried in a camera, it can be detected by the blurring information detecting element in image restoration equipment, it can eat and come and blurring at the time of photography can be detected to blurring information, and it can also constitute from constituting so that the blurring information may be recorded on a film so that the precision and simplicity of image restoration may be improved.

[0026] The configuration of the image restoration equipment as the 1st example by this invention is shown in drawing 2 and drawing 3 , and it explains to them. By this example, a photographic subject image and the blurring information at the time of photography are recorded at a silver halide film, and the example which reproduces an image without blurring is shown based on such information. Moreover, blurring information presupposes that it is recorded on the magnetic track 22 formed on the silver halide film 9 as the "direction" and the "magnitude" of blurring under exposure.

[0027] In this image restoration equipment, actuation control of each configuration member is carried out by the sequence control section 8 which consists of a microcomputer etc.

[0028] First, a silver halide film 9 is constituted by said magnetic track 22 formed along the direction of perforation, and the photographic subject image Records Department 23 which records a photographic subject image optically.

[0029] This silver halide film 9 is looped around, and the film mount 7 is equipped with it, and it runs according to the feed device which is not illustrated. Moreover, said blurring information detecting element 1, the image data read-out directional-control section 2, and the image data read-out section 3 are attached in said film mount 7.

[0030] Said blurring information detecting element 1 consists of the magnetic head 11, the corrugating circuit 12, a magnetic-head stage 13, a magnetic-head motor 14, and a magnetic information read-out control circuit 15.

[0031] it is based on said sequence control section 8 -- based on an indication signal, blurring information reading appearance is carried out, the directions control circuit way 15 moves said magnetic head 11 arranged on the magnetic-head stage 13 using the magnetic-head motor 14 along the magnetic track 22 on a film 9, reading appearance of the magnetic signal is carried out [magnetic information reading appearance is carried out,], and this signal is changed into blurring signaling information using a waveform shaping circuit 12. Thereby, the direction of blurring and the magnitude of blurring are detected.

[0032] Next, said image data read-out directional-control section 2 consists of an image sensor base 16, an image sensor base revolution motor 17, and an image sensor base revolution motorised circuit 18, and the direction is controlled by the direction signal of blurring from the sequence control section 8.

[0033] Said image data read-out section 3 consists of the pixel trains 20 and the optoelectric-transducer train actuation circuits 21 which consist of a charge storage mold optoelectric-transducer (CCD) train arranged in the shape of a grid two-dimensional, and actuation actuation is controlled by the sequence control section 8. Moreover, the image formation lens 19 is attached in this image data read-out section 3, and the photographic

subject image on the silver halide film 9 with which said film mount 7 is equipped is projected on said pixel train 20. Moreover, said pixel train 20 is laid in the image sensor base 16.

[0034] Said image data read-out directional-control section 2 rotates the image sensor base revolution motor 17, and controls the rotation direction of the image sensor base 16 in which said pixel array 20 was laid so that either of the biaxial array directions of "x, y" where said pixel train 20 intersects perpendicularly, and the direction of blurring which said direction signal of blurring shows are in agreement. The photographic subject image in which reading appearance was carried out by said image data read-out section 3 is transmitted to the image restoration section 5.

[0035] Next, the image restoration function setting-out section 4 sets up the restoration function for correcting degradation of an image based on the function of the breadth of the image by blurring of the image by which reading appearance was carried out using the information on the magnitude of blurring detected by said blurring information detecting element 1. Said image restoration section 5 corrects the photographic subject image on the silver halide film 9 which performed the operation for carrying out correction restoration of the image data which has deteriorated by blurring, and deteriorated by blurring from the image data of the photographic subject acquired by said image read-out section 3, and the restoration function obtained from said image restoration function setting-out section 4, and outputs.

[0036] Next, actuation of said image restoration function setting-out section 4 is explained to a detail. Here, the magnitude information on blurring by which reading appearance was carried out means the die length of the locus on an image by blurring of one point on a certain photographic subject. Moreover, the photographic subject image which passes through the pixel top is compounded, and the photographic subject image of certain one on a film is copied.

[0037] Therefore, the die length of the locus of blurring shows what range of a photographic subject image is compounded. Although image data has two-dimensional magnitude, since current, the direction of a locus of blurring, and the read-out direction of image data are in agreement, composition (blot) of the image by blurring has been generated only in one dimension of the array direction of image data. Moreover, a thing will be carried out, if the image data read-out directional-control section 2 controls the direction of the image data read-out section 3 and image data is read so that the direction of blurring and the longitudinal direction of the array of a pixel may be in agreement.

[0038] Hereafter, n and m express the maximum of the side of image data, and the vertical address.

[0039] The actually read image data is similarly expressed with a matrix (A).

[0040]

[Equation 1]

$$(A) = \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,m} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & & : \\ : & & \cdots & : \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,m} \end{vmatrix} \cdots (1)$$

Moreover, subject-copy image data in case there is no blurring are similarly expressed with a matrix (B).

[0041]

[Equation 2]

$$(B) = \begin{vmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \cdots & b_{1,m} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & & : \\ : & & \cdots & : \\ b_{n,1} & b_{n,2} & \cdots & b_{n,m} \end{vmatrix} \cdots (2)$$

Now, the direction of blurring shall be the left from the right of a screen, and shall be k pixels about the magnitude. Moreover, photography is comparatively performed in the time of a short second, and when blurring can consider that it generated at uniform velocity and the subject-copy image data b without blurring express the pixel data a by which reading appearance was carried out, the data of each subject-copy image which passed through a certain measurement pixel top will be added every (1/K).

[0042] And it is [Equation 3] when the matrix is set to (Ai) and (Bi) only paying attention to the pixel train of

one longitudinal direction.

$$(A_i) = \begin{pmatrix} a_{i,1} \\ a_{i,2} \\ \vdots \\ a_{i,m} \end{pmatrix} \quad \dots (3)$$

[Equation 4]

$$(B_i) = \begin{pmatrix} b_{i,1} \\ b_{i,2} \\ \vdots \\ b_{i,m} \end{pmatrix} \quad \dots (4)$$

A next door and formula (5) It is expressed like.

[0043]

[Equation 5]

$$\begin{aligned} h &= k - 1 \\ a_{i,j} &= \sum_{h=0}^{h=k-1} \{ (1/k) \cdot (b_{i,j+h}) \} \quad \dots (5) \\ &= (1/k) \cdot \sum_{h=0}^{h=k-1} b_{i,j+h} \end{aligned}$$

Here, it is $m=5$ and $k=3$ in order to simplify. A before type is explained using a matrix by the case where it carries out. In this case, in order to calculate a_{i4} and a_{i5} , in subject-copy image data, the data b_{i6} and b_{i7} of a screen out of range are considered, and it is expressed as follows.

[0044]

[Equation 6]

$$(A_{i(h=1\sim5)}) = (1/k) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \cdot (B_{i(h=1\sim7)}) \quad \dots (6)$$

A matrix (H) is carried out like the following formulas (7), and it asks for an inverse matrix (H'), and is

[Equation 7].

$$(H) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots (7)$$

[Equation 8]

$$(B_i) = (H') \cdot (A_i) \quad \dots (8)$$

***** -- a subject-copy image should be called for by things -- it comes out.

[0045] This matrix (H) is the spread function of blurring.

[0046] Thus, what is necessary is just to consider the same spread function (H) to the array of each 1-

dimensional width in a two-dimensional full screen by this example, since the direction and pixel array of blurring were made in agreement.

[0047] However, by the formula mentioned above, since a matrix (H) is not regular, an inverse matrix (H') does not exist. That is, from the number of the strange subject-copy image data b_i and j , since there is little number of known quantity a_i and j , a subject-copy image is not called for.

[0048] Moreover, although it is needed that a matrix (H) is a square matrix, for that purpose, the number of the data of a matrix (B_i) must also be "m" too.

[0049] That is, it must calculate by B_i ($h=1-5$). and the present example -- $m=5$ it is -- since -- it is necessary to set up the data which are equivalent to seven pieces from five data

[0050] Then, said data are extrapolated and it corresponds by performing a correction operation. Here, since the image data which has breadth by current and blurring has the breadth only in a screen longitudinal direction, it should just extrapolate in a screen longitudinal direction to the detected image data (A_i). However, in performing a correction operation to the two-dimensional whole image data (A), to all $** (A_i)$, a extrapolation operation must be performed and the amount of operations increases dramatically. Then, in the image data (A_i) of the one-dimensional array containing each blurring, since it is the same, a spread function can consider giving the operational element of extrapolation to a spread function (H), and reducing the amount of operations.

[0051] Therefore, it is [Equation 9], using a spread function (H) as a square matrix, in order to calculate correction and restoration of an image.

$$(H) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \end{vmatrix} \quad \dots (9)$$

It carries out. Here, the term shown by the (?) mark is the part which cannot set up the parameter of the amount of breadth of blurring because of lack of data.

[0052] The term of this (?) mark is considered.

[0053] Formula (5) The relation between the image data detected and subject-copy image data was shown. The formula of the part which includes a strange term in this example is [Equation 10].

$$a_{i,4} = \sum_{h=2} \{ (1/3) \cdot (b_{i,4+h}) \} = (1/3) \cdot \{ b_{i,4} + b_{i,5} + b_{i,6} \} \quad \dots (10)$$

$$a_{i,5} = \sum_{h=0} \{ (1/3) \cdot (b_{i,5+h}) \} = (1/3) \cdot \{ b_{i,5} + b_{i,6} + b_{i,7} \} \quad \dots (11)$$

It is expressed. Here, it is data besides the photographic coverage of the data of the image sensor which can acquire the term of b_{i6} and b_{i7} as shown in drawing 7, and becomes a strange term.

[0054] It is [Equation 11] when extrapolating by the difference formula of a ground floor.

$$\begin{aligned} b_{i,6} &= b_{i,5} + (b_{i,4} \text{ と } b_{i,5} \text{ の変化分}) = b_{i,5} + (b_{i,5} - b_{i,4}) \\ &= 2 \cdot b_{i,5} - b_{i,4} \quad \dots (12) \\ b_{i,7} &= 2 \cdot b_{i,6} - b_{i,5} \\ &= 3 \cdot b_{i,5} - 2 \cdot b_{i,4} \quad \dots (13) \end{aligned}$$

It is expressed. A degree type is called for from a formula (10) and (11).

[0055]

[Equation 12]

$$a_{i, 4} = (1/3) \cdot (3 \cdot b_{i, 5}) \quad \dots (14)$$

[Equation 13]

$$a_{i, 5} = (1/3) \cdot \{-3 \cdot b_{i, 4} + 6 \cdot b_{i, 5}\} \quad \dots (15)$$

In this case, (H1) becomes the following formula (16) about a spread function.

[0056]

[Equation 14]

$$(H1) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 6 \end{vmatrix} \quad \dots (16)$$

Generally, it is $k+m > j > m$. It is the range and $d=j-m$. It carries out and is [Equation 15].

$$b_{i, j} = (d+1) \cdot b_{i, m-d} \cdot b_{i, (m-1)} \quad \dots (17)$$

It comes out.

[0057] Magnitude of blurring (k) It responds, and by each thing of a spread function to do for term setting out, even when the magnitude of blurring differs, it can ask for a spread function similarly.

[0058] It is [Equation 16] when carrying out by the difference formula of a first floor, in order to raise the precision of extrapolation.

$$b_{i, 6} = b_{i, 5} + (b_{i, 5} - b_{i, 4}) + \{(b_{i, 5} - b_{i, 4}) - (b_{i, 4} - b_{i, 3})\} \\ = 3 \cdot b_{i, 5} - 3 \cdot b_{i, 4} + b_{i, 3} \quad \dots (18)$$

$$b_{i, 7} = 3 \cdot b_{i, 6} - 3 \cdot b_{i, 5} + b_{i, 4} \\ = 3 \cdot (3 \cdot b_{i, 5} - 3 \cdot b_{i, 4} + b_{i, 3}) - 3 \cdot b_{i, 5} + b_{i, 4} \\ = 6 \cdot b_{i, 5} - 8 \cdot b_{i, 4} + 3 \cdot b_{i, 3} \quad \dots (19)$$

It is expressed. A degree type is called for from a formula (10) and (11).

[0059]

[Equation 17]

$$a_{i, 4} = (1/3) \cdot \{b_{i, 3} - 2 \cdot b_{i, 4} + 4 \cdot b_{i, 5}\} \quad \dots (20)$$

$$a_{i, 5} = (1/3) \cdot \{4 \cdot b_{i, 3} - 11 \cdot b_{i, 4} + 10 \cdot b_{i, 5}\} \quad \dots (21)$$

In this case, a spread function (H2) is [Equation 18].

$$(H2) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & 4 & -11 & 10 \end{vmatrix} \quad \dots (22)$$

It becomes.

[0060] in this case -- even if come out and it is -- magnitude (k) of blurring It responds, and even when the magnitude of blurring differs from the size of an array of pixel data by each thing of a spread function to do for term setting out, it can ask for a spread function similarly.

[0061] Since the matrix (H1) of these spread functions and (H2) are regular, an inverse matrix exists.

[0062] The inverse matrix (H1') of a spread function (H1) including extrapolation by the difference of a ground floor is [Equation 19] by the well-known approach.

$$(H1') = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 & 2/3 & -1/3 \\ 0 & 1 & -1 & 1/3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 2/3 & -1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 \end{vmatrix} \cdot \cdot \cdot (23)$$

It asks.

[0063] The inverse matrix (H2') of the spread function (H2) which includes extrapolation by the level difference of a first floor similarly is also [Equation 20].

$$(H2') = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 2/11 & 2/11 & -1/11 \\ 0 & 1 & -40/33 & 5/11 & -2/33 \\ 0 & 0 & 34/33 & -7/11 & 5/33 \\ 0 & 0 & 2/11 & 2/11 & -1/11 \\ 0 & 0 & -7/33 & 5/11 & -2/33 \end{vmatrix} \cdot \cdot \cdot (24)$$

It asks. The here above-mentioned formula (8) Subject-copy image data (Bi) are called for by calculating.

[0064] The whole photographic subject image which has two-dimensional reverts by performing this operation on the whole screen to the horizontal one-dimensional array of the pixel which is the direction of blurring.

[0065] That is, formula (8) It will carry out about array $i=1-n$ of the longitudinal direction of a screen.

[0066] The restoration function in this case (H') is good to all i at the same value. Restoration of this blurring image is performed in the image restoration section 5.

[0067] The restoration function for correcting degradation of the image set up in this image restoration function setting-out section 4 may perform an inverse-matrix operation with the magnitude of blurring each time, or may stop it, if allowances are in storage, the matrix according to the magnitude of two or more blurring is searched for beforehand, and according to the magnitude of blurring, can be used by approaches, such as refer to the table, and can also shorten the operation time.

[0068] Moreover, although the example using the level difference of a ground floor as an example of an operation of extrapolation of data and the example using the level difference of a first floor were explained, also in this operation, it does not limit to this, and if the value of each item of a matrix can be set up so that asking for strange data by extrapolation may be possible, the same result will be obtained.

[0069] Moreover, when blurring is large, it is also possible by enlarging the degree (the aforementioned example rank of a difference) of the extrapolation for extrapolating data to raise the precision of correction and restoration.

[0070] on the contrary, the degree of the extrapolation for the reliability of data becoming high and extrapolating data, when blurring is small -- comparatively -- small -- carrying out -- an operation -- it is also possible to shorten required time amount.

[0071] Although the case of a value small about the number of image data and the size of blurring was shown by this example in order to simplify explanation, these values do not have a limit in the value used for explanation at all.

[0072] Next, with reference to the flow chart of drawing 4, concrete actuation of the 1st example mentioned above is explained. Here, the film mount 7 shall be equipped with the film 9.

[0073] First, in order to read blurring information from a film, it blurs in the blurring information detecting element 1, and an information read-out indication signal is outputted (step S1).

[0074] Next, it blurs and the blurring information on the direction of blurring and the magnitude of blurring is received from a detecting element 1 (step S2). And the direction signal of blurring is outputted to the image data read-out directional-control section 2 (step S3). The image sensor base 16 makes it by this rotate so that it may be in agreement with the direction of blurring, and the pixel array direction of the pixel train 20 of the image sensor of the image data read-out section 3, and positioning is made.

[0075] Next, read-out of a photographic subject image is directed in the image data read-out section 3 (step S4), and the image data of a photographic subject image is received (step S5). And the image data of a photographic subject is transmitted to the image restoration section 5 (step S6).

[0076] Next, the information on the magnitude of blurring is transmitted to the image restoration function setting-out section 4 (step S7). And the operation of the restoration function for correcting degradation of the image which used the function of the breadth of an image and it by blurring for said image restoration function setting-out section 4 based on the information on the magnitude of blurring is directed (step S8).

[0077] And it directs to transmit the restoration function for which said image restoration function setting-out section 4 was asked to the image restoration section 5 (step S9), and restoration of the image of a photographic subject is further directed in the image restoration section 5 (step S10).

[0078] Next, the output of the image data of the restored photographic subject is directed in the image restoration section 5 (step S11).

[0079] The restored image data is processed by a well-known image reconstruction monitor and the image printing equipment, and is outputted as a visual image by the above processings.

[0080] Moreover, although the photography equipment which carries out magnetic recording of the direction and magnitude of blurring on a film at the time of photography is used in this example, the photography equipment which does not twist to magnetic recording but is electrically recorded on RAM (read only memory), ROM (random access memory), etc. may be used. Moreover, it is also possible not to record blurring generated at the time of photography, but for ** to also detect blurring of a photographic subject image from the image data itself by the image processing.

[0081] Therefore, the image restoration equipment of this invention twists to blurring generated at the time of photography of a photographic subject image. The inequality of the spread function of an image and the relation of the array of the image data obtained is lost. Moreover, since [therefore,] the image which became possible [amending the indeterminacy of the data in the edge of image data simply], and deteriorated in blurring is easily correctable to accuracy, In the former, the motion picture camera meeting in the case where the photography and the telephoto lens in low brightness which were not able to be photoed are used according to generating of blurring increases.

[0082] Moreover, as for this invention, it is needless to say for the deformation and application various in the range which are not limited to the example mentioned above and do not deviate from the summary of invention to others to be possible.

[0083]

[Effect of the Invention] The blurring image restoration equipment which loses the spread function of blurring and the inequality of the relation of the image data obtained according to this invention as explained in full detail above, and amends the indeterminacy of the data in an image data edge easily can be offered.

[Translation done.]

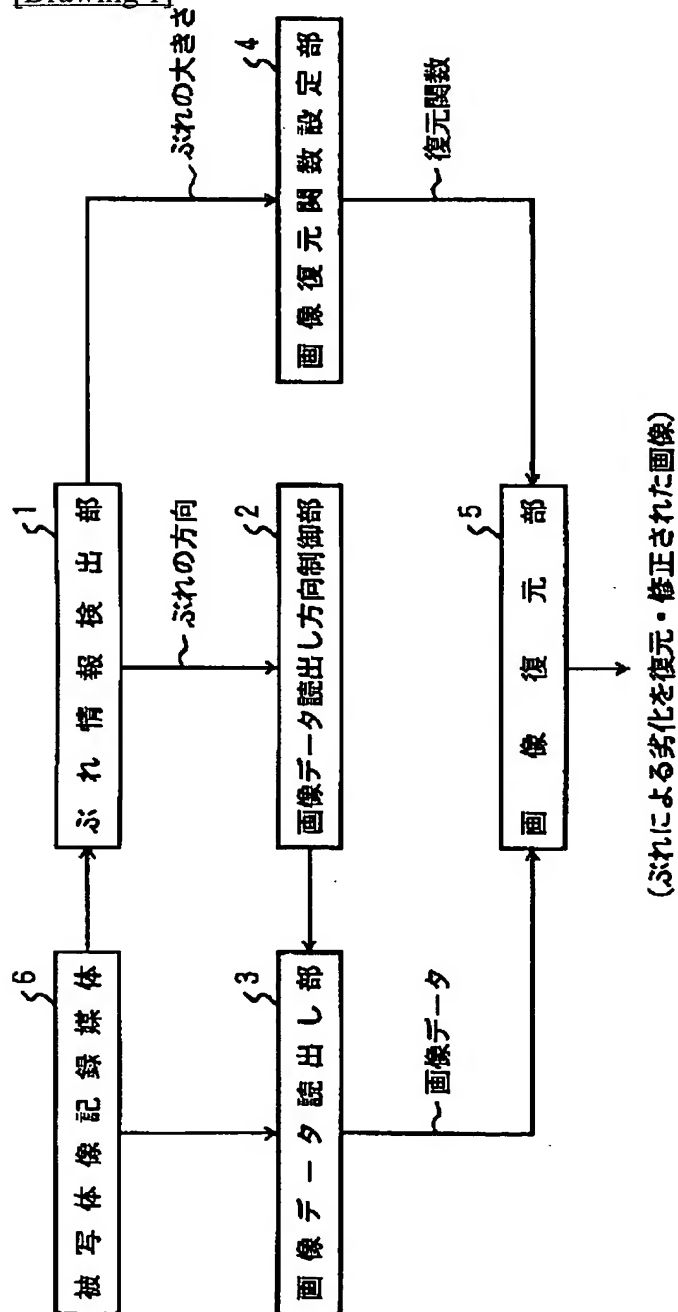
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

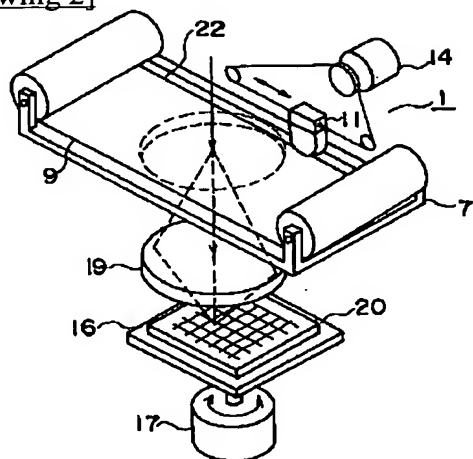
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

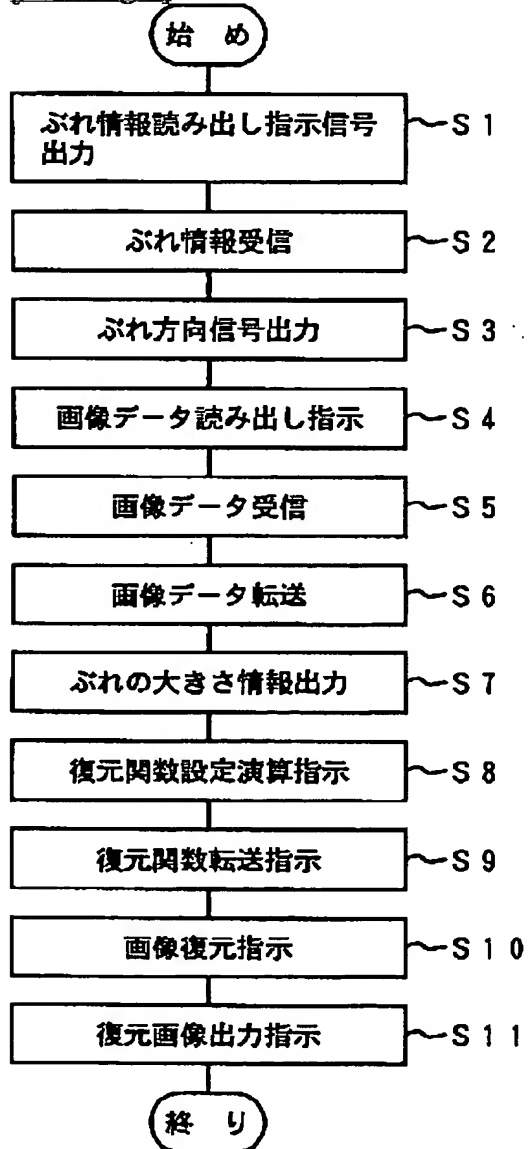
[Drawing 1]



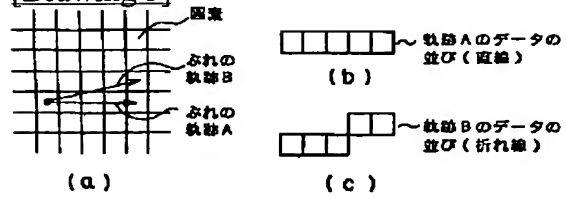
[Drawing 2]



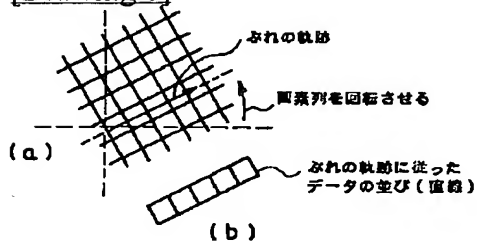
[Drawing 4]



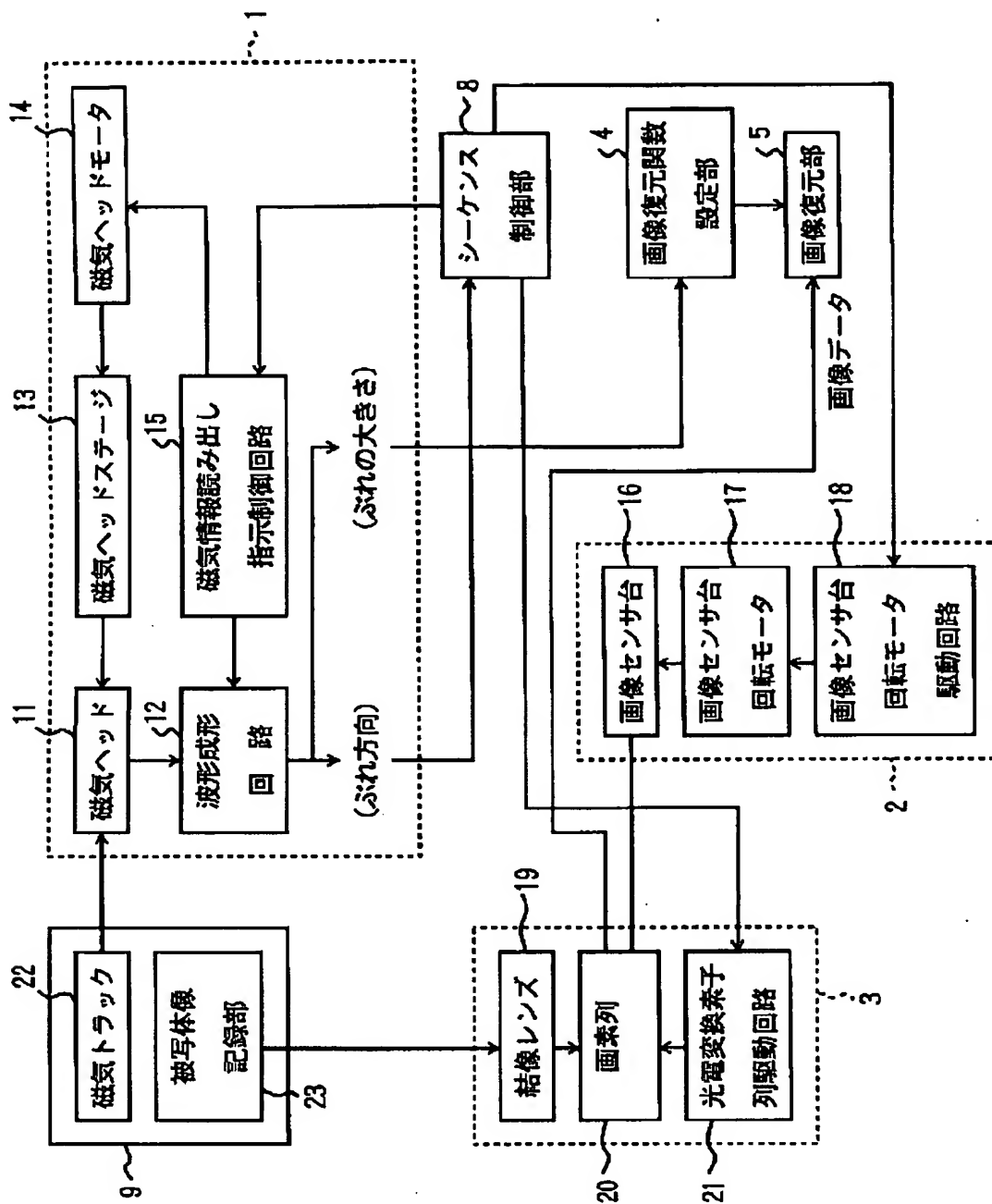
[Drawing 5]



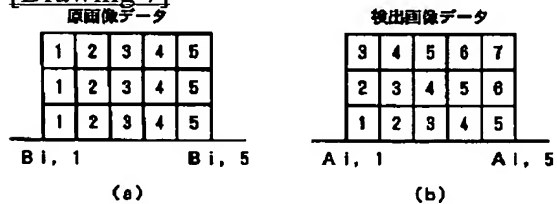
[Drawing 6]



[Drawing 3]



[Drawing 7]



$$A i, 1 = \frac{1}{3} (B i, 1 + B i, 2 + B i, 3)$$

[Translation done.]